



TEK6753

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
BEFORE THE BOARD OF PATENT APPEALS AND INTERFERENCES

In re application of:

Inventor : Hideaki Takahashi

App. No. : 10/708133

Filed : 2/9/2004

For : MAGNETIC FIELD TYPE OF ROTARY
ELECTRIC APPARATUS

Examiner :

Art Unit : 2834

I hereby certify that this correspondence and all
marked attachments are being deposited with the
United States Postal Service as first class mail in an
envelope addressed to: Commissioner for Patents,
Alexandria, Va. 22313, on

April 27, 2004

(Date)

Ernest A. Beutler, Reg. No. 19901

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

COMMISSIONER FOR PATENTS
Alexandria, VA 22313

Dear Sir:

In support of applicants' priority claim made in the declaration of this application,
enclosed herewith is a certified copy of Japanese Application, Serial Number 2003-036349 filed
February 14,, 2003. Pursuant to the provisions of 35 USC 119 please enter this into the file.

Respectfully submitted,

Ernest A. Beutler
Registration No. 19,901
Attorney of Record
10 Rue Marseille
Newport Beach, CA 92660
(949) 721-1182 (Pacific Time)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月14日
Date of Application:

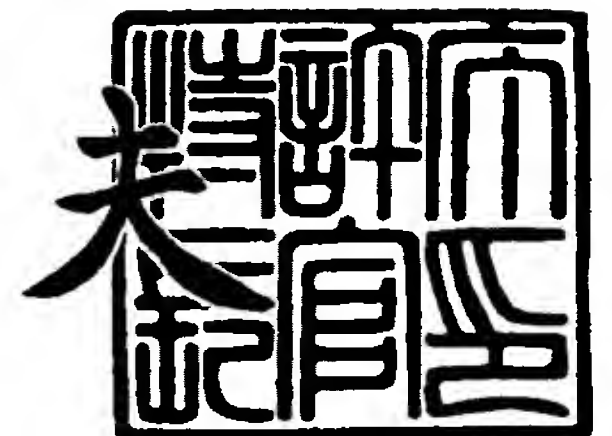
出願番号 特願2003-036349
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-036349]

出願人 株式会社モリック
Applicant(s):

2004年 1月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3112274

【書類名】 特許願

【整理番号】 P17657

【提出日】 平成15年 2月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【プルーフの要否】 要

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県周智郡森町森 1 4 5 0 番地の 6 株式会社モリッ
ク内

【氏名】 高橋 秀明

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県周智郡森町森 1 4 5 0 番地の 6 株式会社モリッ
ク内

【氏名】 佐野 浩一

【特許出願人】

【識別番号】 000191858

【氏名又は名称】 株式会社モリック

【代理人】

【識別番号】 100100284

【弁理士】

【氏名又は名称】 荒井 潤

【電話番号】 045-590-3321

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019415

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁石界磁型回転電気機器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータ軸上に装着したロータコアを軸方向に n 段に分割し、各コア分割体は、軸回りに θ° ずつずらせて装着した磁石界磁型回転電気機器であって、

前記ずらし角 θ は、スロット数と極数の最小公倍数を A とすると、

$$\theta = 360^\circ / (A \times n)$$

であることを特徴とする磁石界磁型回転電気機器。

【請求項 2】

$n \geq 3$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の磁石界磁型回転電気機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電動モータや発電機等の磁石界磁型回転電気機器に関する。

【0002】

【従来の技術】

ロータ軸上にロータコアを固定し、このロータコア表面或いは表層部に複数の永久磁石を装着したロータと、該ロータの永久磁石に対向するコイルを備えたステータとからなる回転電気機器において、低騒音で低振動の円滑な回転を図るためにコギングトルクを低減させることが有効である。コギングトルクはコイルに対向する複数の永久磁石の境界部や配設形態に関連して発生する。このようなコギングトルクとともに回転に伴う逆起電力波形の歪みの発生を小さくすることによりさらにモータ特性の向上が図られる。

【0003】

コギングトルクの低減を図った直流モータ構造が、例えば特許文献 1 ～ 3 に記載されている。

【0004】

特許文献 1（特開平 1 1 - 1 3 6 8 8 6 号公報）のモータは、永久磁石を斜め

にスキューさせたものであり、隙間を有する複数の略円弧状の永久磁石セグメントから構成されている界磁部において、永久磁石セグメントの間の境界と交差するスキュー角度を、交差しないスキュー角度よりも小さく設定している。

【0 0 0 5】

特許文献 2（特開 2 0 0 1 - 3 5 9 2 6 6 号公報）のモータは、ロータを軸方向に複数分割し、分割されたロータが其々のコギングトルクに関して $1/2$ 周期に相当する機械角度分を軸周りにずらして構成している。

【0 0 0 6】

特許文献 3（特開 2 0 0 0 - 3 0 8 2 8 7 号公報）のモータは、ロータコアを複数個のブロックに分割し、各ブロックを回転方向にずらして構成するロータにおいて、ブロック間に非磁性体からなる薄板を挟み込んで一体化している。

【0 0 0 7】

しかしながら、特許文献 1 の構成では、スキュー角度を変えて精度よく着磁する作業が難しく、また逆起電力波形の歪みの抑制について考慮していない。

【0 0 0 8】

特許文献 2 の構成は、ロータを軸方向に単に 2 分割してコギングトルクの $1/2$ 周期分をずらしたものであり、さらに多段に分割して段数に応じてずらし角を適正に定めることはできず、実際に有効なコギングトルクの低減を図ることはできない。また、逆起電力波形の歪みの抑制について考慮していない。

【0 0 0 9】

特許文献 3 の構成は、ロータコアの分割ブロック間での漏れ磁束を防止するものであり、分割段数に応じたずらし角度が的確に定まらず実際に有効なコギングトルクの低減を図ることはできない。また、この文献技術も逆起電力波形の歪みの抑制について考慮していない。

【0 0 1 0】**【特許文献 1】**

特開平 1 1 - 1 3 6 8 8 6 号公報

【特許文献 2】

特開 2 0 0 1 - 3 5 9 2 6 6 号公報

【特許文献 3】

特開 2 0 0 0 - 3 0 8 2 8 7 号公報

【0 0 1 1】**【発明が解決しようとする課題】**

本発明は上記従来技術を考慮したものであって、ロータコアを軸方向に複数段に分割して、各段を円周方向にずらせて結合することにより多段スキュー構造としたロータにおいて、段数とずらし角とを的確に関連づけてコギングトルクを有効に低減するとともに逆起電力波形の歪みの発生を抑制した磁石界磁型回転電気機器の提供を目的とする。

【0 0 1 2】**【課題を解決するための手段】**

前記目的を達成するために、本発明では、ロータ軸上に装着したロータコアを軸方向に n 段に分割し、各コア分割体は、軸回りに θ° ずつずらせて装着した磁石界磁型回転電機機器であって、前記ずらし角 θ は、スロット数と極数の最小公倍数を A とすると、 $\theta = 360^\circ / (A \times n)$ であることを特徴とする磁石界磁型回転電機機器を提供する。

【0 0 1 3】

この構成によれば、複数段のコア分割体からなる多段スキュー構造のロータにおいて、分割段数 n に対応して各コア分割体のずらし角 θ を適正に定めてコギングトルクを低減できる。また、この分割段数 n に対応したずらし角 θ とすることにより逆起電力波形の歪みの発生が抑制される。このことは実験で確認された。

【0 0 1 4】

好ましい構成例では、 $n \geq 3$ であることを特徴としている。

この構成によれば、ロータコアを 3 段以上に分割することにより、コギングトルクをほぼ最大限まで低減できるとともに、逆起電力波形の歪みについてもほぼ最大限まで抑制することができる。

【0 0 1 5】**【発明の実施の形態】**

図 1 は、本発明に係る 3 段スキューのロータコアの分解斜視図である。

このロータコア 1 は、軸 C 方向に沿って 3 分割された 3 個の円筒状のコア分割体 1 a, 1 b, 1 c からなる。各コア分割体 1 a, 1 b, 1 c は積層鋼板からなり、周縁部に例えば 1 2 個の同一形状の平板状永久磁石 2 を均等に埋め込んだものであって、等配 I P M 型 3 段スキューのロータを構成する。3 は、ロータ軸（不図示）が挿通する軸孔である。各コア分割体 1 a, 1 b, 1 c は、キー溝 3 a に嵌合するキー（不図示）を介してロータ軸に対し一体的に固定される。各コア分割体 1 a, 1 b, 1 c は、順に円周方向に矢印 D のようにずらし角 θ だけずれている。例えば、一番上のコア積層体 1 a において、基準位置（例えばキー溝 3 a）からの角度が α の永久磁石 2 a に関し、2 番目のコア分割体 1 b では、対応する永久磁石 2 b がずらし角 θ だけずれて装着され、さらに一番下のコア分割体 1 c では、対応する永久磁石 2 c がずらし角 2θ だけずれている。

【0 0 1 6】

図 2 は、ずらし角 θ の説明図である。

1 つの分割スキューを構成する 3 段の磁石 2 a, 2 b, 2 c は、図示したように、 $\theta = 3.33^\circ$ ずつずれている。図 1 の例において、モータが 1 2 極 1 8 スロット、すなわちロータ側の永久磁石が 1 8 個あり、これに対向してステータ側に 1 8 個のスロットを通して 1 8 個のコイルが設けられているモータであるとする、コギングトルクの 1 周期 T は、

$$T = 360^\circ / (\text{スロット数と極数の最小公倍数}) = 360^\circ / 18 = 10^\circ$$
となる。

【0 0 1 7】

3 段スキューの場合には、この周期 T を 3 等分して、

$$10^\circ / 3 = 3.33^\circ$$

となる。

すなわち、スロット数と極数の最小公倍数を A とし、ロータコアの分割段数を n とすると、ずらし角 θ は、

$$\theta = 360^\circ / (A \times n)$$

となる。

【0 0 1 8】

図 3 は、3 段スキューの実施例の効果を示すグラフである。(A) は、ロータコアを分割していないスキューなしの 1 段のロータのグラフであり、(B) は、3 段スキューのロータのグラフである。

【0 0 1 9】

(A) の場合、 10° ごとにコギング波形の周期が繰り返され、波形の上下の幅 (peak to peak) は 0.062 Nm である。この上下の幅がコギングトルクの強度に対応する。

【0 0 2 0】

(B) の場合、3 つに分割された各コア分割体から点線で示す a, b, c の波形が表れる。この点線波形 a, b, c は 3.33° ずつずれ、それぞれ 10° ごとの周期をもつ。これらの波形 a, b, c を組合わせると $(a + b + c)$ 、実線で示すロータ全体の波形 d が得られる。コギングトルクの強度に対応するこの波形 d の上下の幅 (peak to peak) は、 0.013 Nm である。すなわち、3 段スキューにすることにより、コギングトルクが大幅に小さくなることが分かる。

【0 0 2 1】

図 4 は、図 3 で示したコギング波形の解析手法を示す。

この解析は、離散的フーリエ変換 (DFT) による周波数分析を行ったものである。(A) は、ロータコアを分割していないスキューなしの 1 段のロータのグラフであり、(B) は、3 段スキューのロータのグラフである。

【0 0 2 2】

(A) の場合、コギング波形の 1 周期を DFT 解析すると、各次数 (横軸) でコギングが表れる。1 段の場合はこれらの各次数でのコギングが全て合計されて全体のコギングトルクとなる (後述の図 5 ~ 図 7 参照)。

【0 0 2 3】

(B) の場合、3 次、6 次、9 次、... と 3 次の倍数の次数でのコギングだけが表れ、他の次数のコギングは分割されたコギング波形同士で相殺されて消える。このため、3 段スキュー全体のコギングが低減する (後述の図 8 ~ 図 10 参照)。

【0 0 2 4】

図 5 ～ 図 7 は、上記図 4 (A) の 1 段ロータをフーリエ解析した場合の各次数でのコギングの正弦波モデル波形を示す。

図示したように、1 ～ 12 次の各次数において、コギングが表れる。この各次数でのコギング波形が前述の図 4 (A) のグラフの各次数でのコギングに対応する。

【0 0 2 5】

図 8 ～ 図 10 は、上記図 4 (B) の 3 段スキューロータをフーリエ解析した場合の各次数でのコギング正弦波モデル波形を示す。

図示したように、3 次の倍数以外の 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11 次では、3 つに分割された波形 (細い線) が足し合わされると相殺されて、太い実線で示すように、ゼロになる。一方、3 次、6 次、9 次、12 次では、分割された波形 (細い線) が 3 つとも重なるため、これらを合計すると 3 倍の大きさの太い実線として表れる。このため、3 の倍数の次数でコギングが表れる。このコギングが前述の図 4 (B) のグラフでの 3 の倍数の次数でのコギングに対応する。

【0 0 2 6】

図 11 は、逆起電力 (Back EMF) の波形を示す。(A) はスキューなしの 1 段ロータのグラフであり、(B) は 3 段スキューのロータのグラフである。

(A) の場合、波形の歪が大きく、正弦波形から大きく歪んで逆起電力の歪率 (T.H.D) が 7. 1 8 6 % と大きくなっている。

【0 0 2 7】

(B) の場合、太い実線で示す 3 段スキューの波形は、上記 (A) の波形に比べ正弦波形に近い形状になり、逆起電力の歪率 (T.H.D) が 1. 4 2 9 % と大きく低減している。

【0 0 2 8】

図 12 ～ 図 14 は、本発明の別の実施形態に係る 6 段スキューのロータ構造を示す。図 12 は、全体の組立て断面図である。図 13 は、各段ごとのコア分割体の平面図である。図 14 は、2 段ごとに重ね合わせた状態 (a ～ e) 及び 6 段を重ねた状態 (f) のコア分割体の平面図である。

【0 0 2 9】

ロータ軸 5 上に 6 分割されたロータコア 7 が一体的に固定される。ロータコア 7 は、6 個のコア分割体 7 a を通しリベット 8 で結合したものである。各コア分割体 7 a は、積層鋼板からなり小リベット 9 でそれぞれ結合される。隣接する段の小リベット 9 同士はずれた位置に設けられ、リベット位置の相手側のコア分割体にはリベットの頭を逃げるルーズ孔 10 が形成される。

【0030】

各コア分割体 7 a の周縁部には 12 個のマグネット収容孔 11 が形成され、例えば平板状の永久磁石（不図示）が差し込まれて保持される。このロータコア 7 の外周にステータ（不図示）が備わり、例えば直流モータを構成する。不図示のステータは、ロータの外周に放射状に設けた例えば 18 スロットのステータコアを有し、各スロットを通して 18 個のコイルが形成される。各コイルの磁極面はロータ側の永久磁石に対向して配設される。これにより、18 スロット 12 極の直流モータが形成される。

【0031】

各コア分割体 7 a には、図 13 に示すように、6 段全体を結合する通しリベット 8 用の挿通孔 8 a と、各段ごとに積層鋼板を結合する小リベット 9 用の挿通孔 9 a と、隣接する段の小リベット 9 の頭を逃げるルーズ孔 10 がそれぞれ 3 本ずつ形成される。

【0032】

挿通孔 8 a を挿通する通しリベット 8 の位置を固定すると、図 13 に示すように、各コア分割体 7 a の永久磁石（マグネット収納孔 11）の位置は、各段ごとに 1.667° ずつ反時計方向にずれている。したがって、図 14 (a) ~ (e) のように、2 段ずつ重ねてみるとマグネット収納孔 11 がずれている。

【0033】

このずらし角 θ は、前述のように、 $\theta = 360^\circ / (A \times n)$ から求められる。この例では、 A （スロット数と極数の最小公倍数）= 36 であり、 n （分割段数）= 6 であるから、 $\theta = 360^\circ / (36 \times 6) = 1.667^\circ$ となる。

【0034】

図 15 は、コギングトルクとスキュー段数との関係を示すグラフである。

図示したように、3 段以上にすることにより、ほぼ最大限までコギングトルクを減少させることができる。

【0 0 3 5】

図 1 6 は、速度起電力（逆起電力）の歪率 T H D とスキュー段数との関係を示すグラフである。

図示したように、3 段以上にすることにより、ほぼ最大限まで逆起電力の歪率を低減させることができる。

【0 0 3 6】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、複数段のコア分割体からなる多段スキュー構造のロータにおいて、分割段数 n に対応して各コア分割体のずらし角 θ を適正に定めてコギングトルクを低減できる。また、この分割段数 n に対応したずらし角 θ とすることにより逆起電力の発生が抑制される。

【0 0 3 7】

すなわち、この n 段スキュー構造では、1 周期分のコギング波形のうち n 次倍成分以外の高調波が相殺されて消えるため、コギングトルクが大幅に減少する。また、逆起電力の歪率が低下し、起電力波形を正弦波形に近づけることができ、トルクリップルを低減し、良質のトルク特性で振動や騒音の発生を抑制し、運転性能の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る 3 段スキューのロータコアの分解斜視図。

【図 2】 ずらし角 θ の説明図。

【図 3】 図 1 及び図 2 の実施例の効果を示すグラフ。

【図 4】 図 3 で示したコギング波形の解析手法を示す説明図。

【図 5】 1 段ロータをフーリエ解析した場合の 1 ～ 4 次のコギング正弦波モデル波形を示すグラフ。

【図 6】 1 段ロータをフーリエ解析した場合の 5 ～ 8 次のコギング正弦波モデル波形を示すグラフ。

【図 7】 1 段ロータをフーリエ解析した場合の 9 ～ 1 2 次のコギング正弦波モ

デル波形を示すグラフ。

【図 8】 3 段スキューロータをフーリエ解析した場合の 1 ～ 4 次のコギング正弦波モデル波形を示すグラフ。

【図 9】 3 段スキューロータをフーリエ解析した場合の 5 ～ 8 次のコギング正弦波モデル波形を示すグラフ。

【図 10】 3 段スキューロータをフーリエ解析した場合の 9 ～ 12 次のコギング正弦波モデル波形を示すグラフ。

【図 11】 逆起電力についての本発明の効果を示すグラフ。

【図 12】 本発明に係る 6 段スキューロータの断面図。

【図 13】 図 12 のロータのコア分割体のずらし角の説明図。

【図 14】 図 12 のロータのコア分割体を重ね合わせた状態の平面図。

【図 15】 コギングトルクとスキュー段数との関係を示すグラフ。

【図 16】 逆起電力とスキュー段数との関係を示すグラフ。

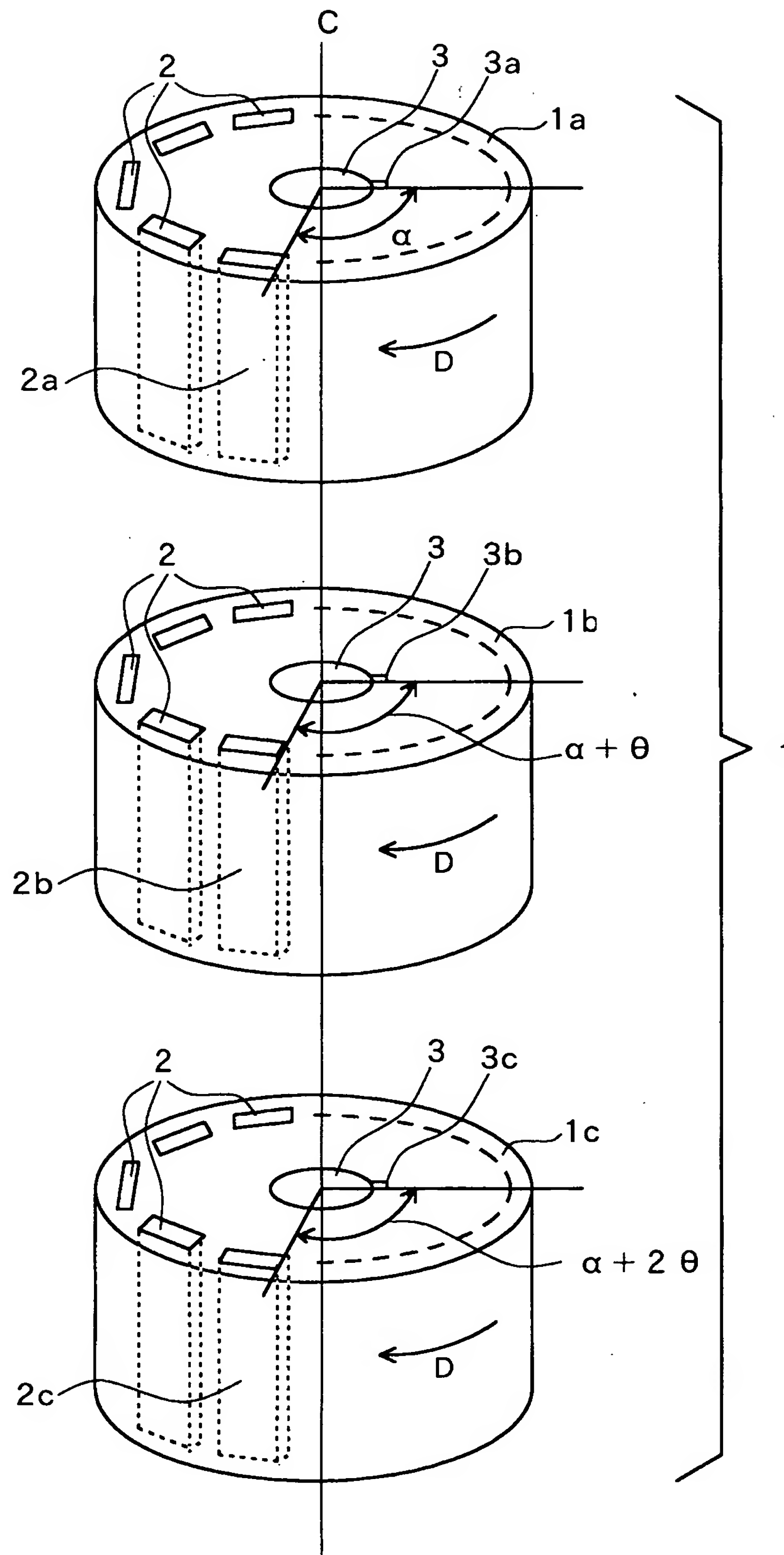
【符号の説明】

1：ロータコア、1 a，1 b，1 c：コア分割体、
2，2 a，2 b，2 c：永久磁石、3：軸孔、5：ロータ軸、7：ロータコア、
7 a：コア分割体、8：通しリベット、9：小リベット、10：ルーズ孔、
11：マグネット収納孔。

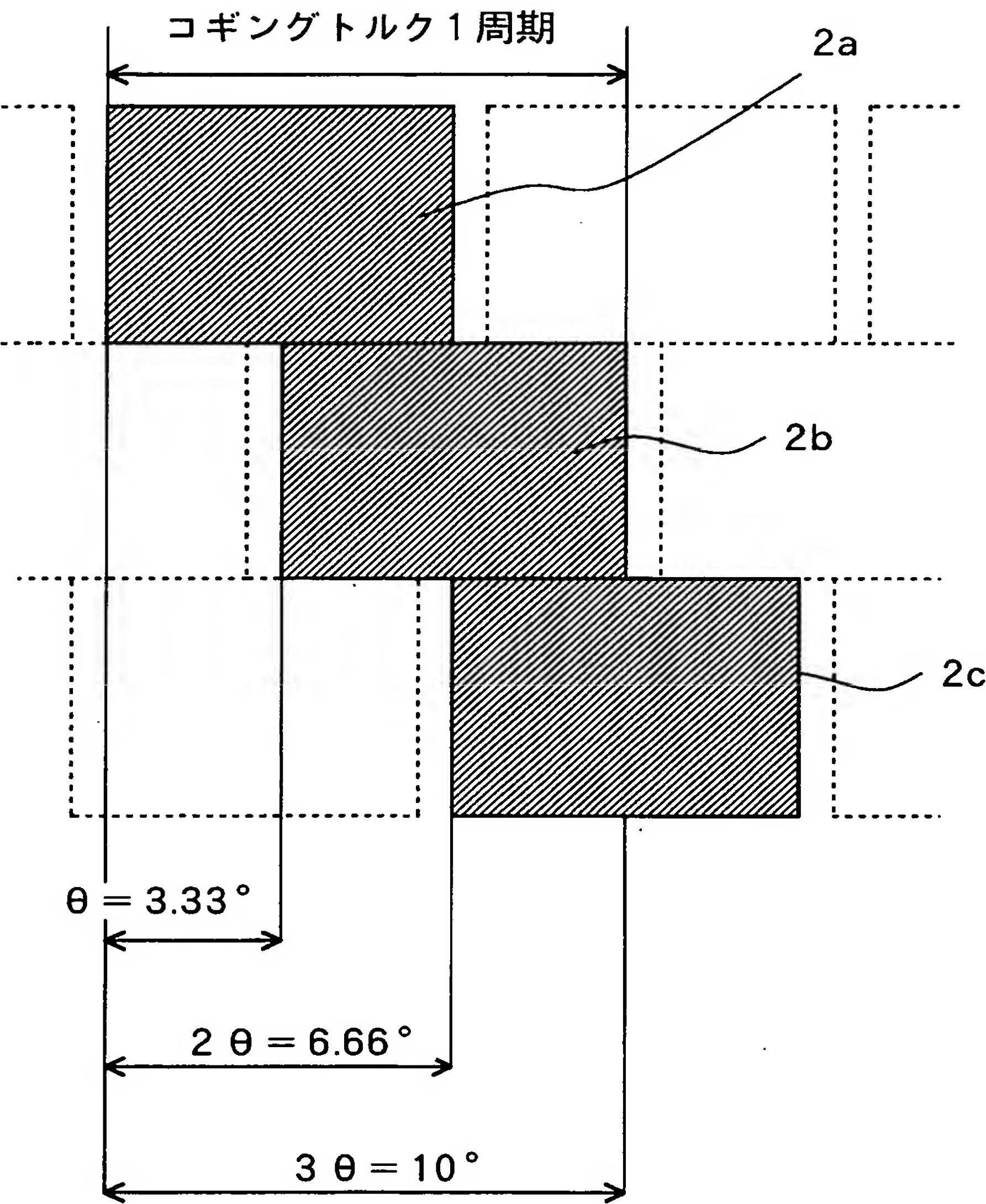
【書類名】

図面

【図 1】

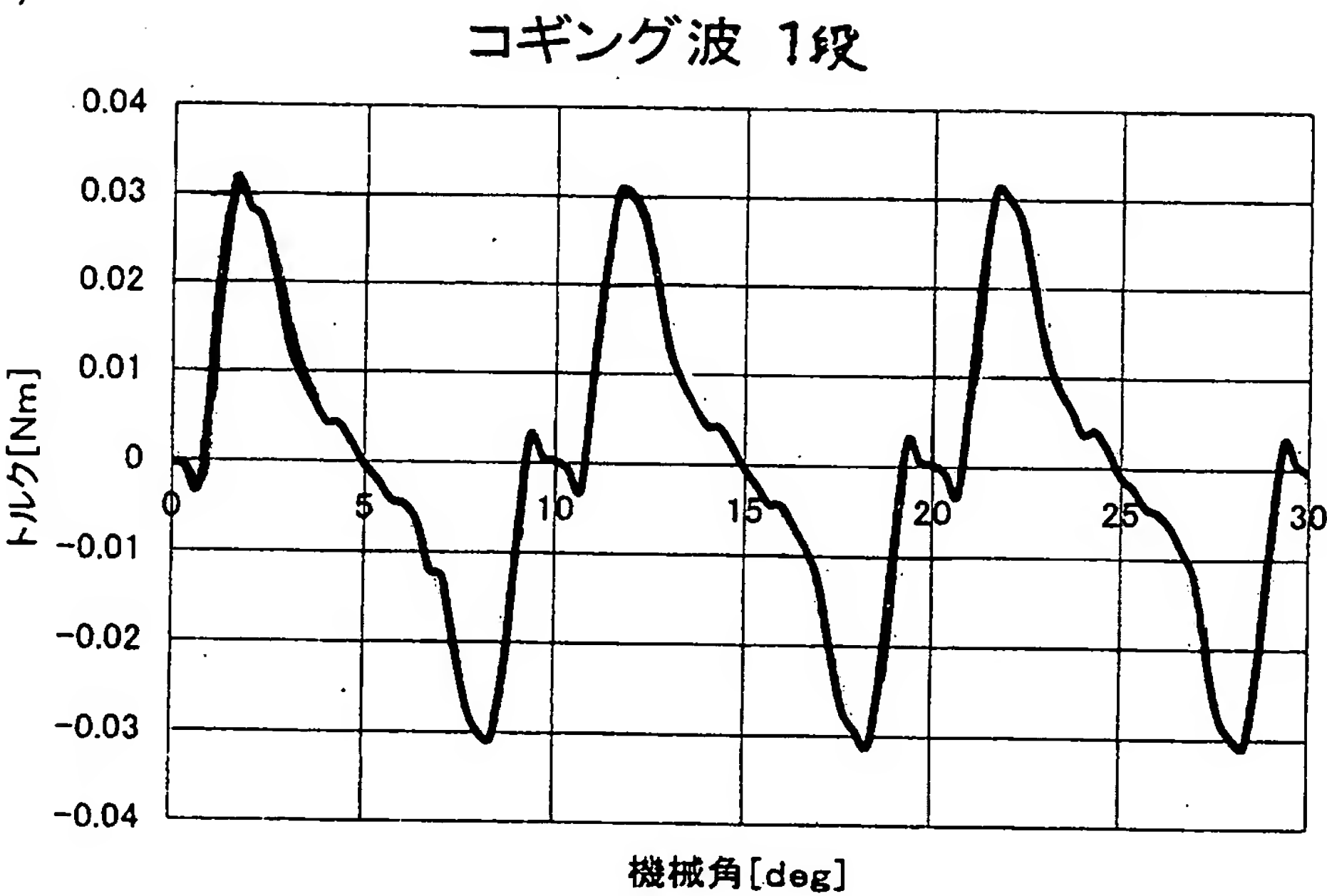


【図 2】

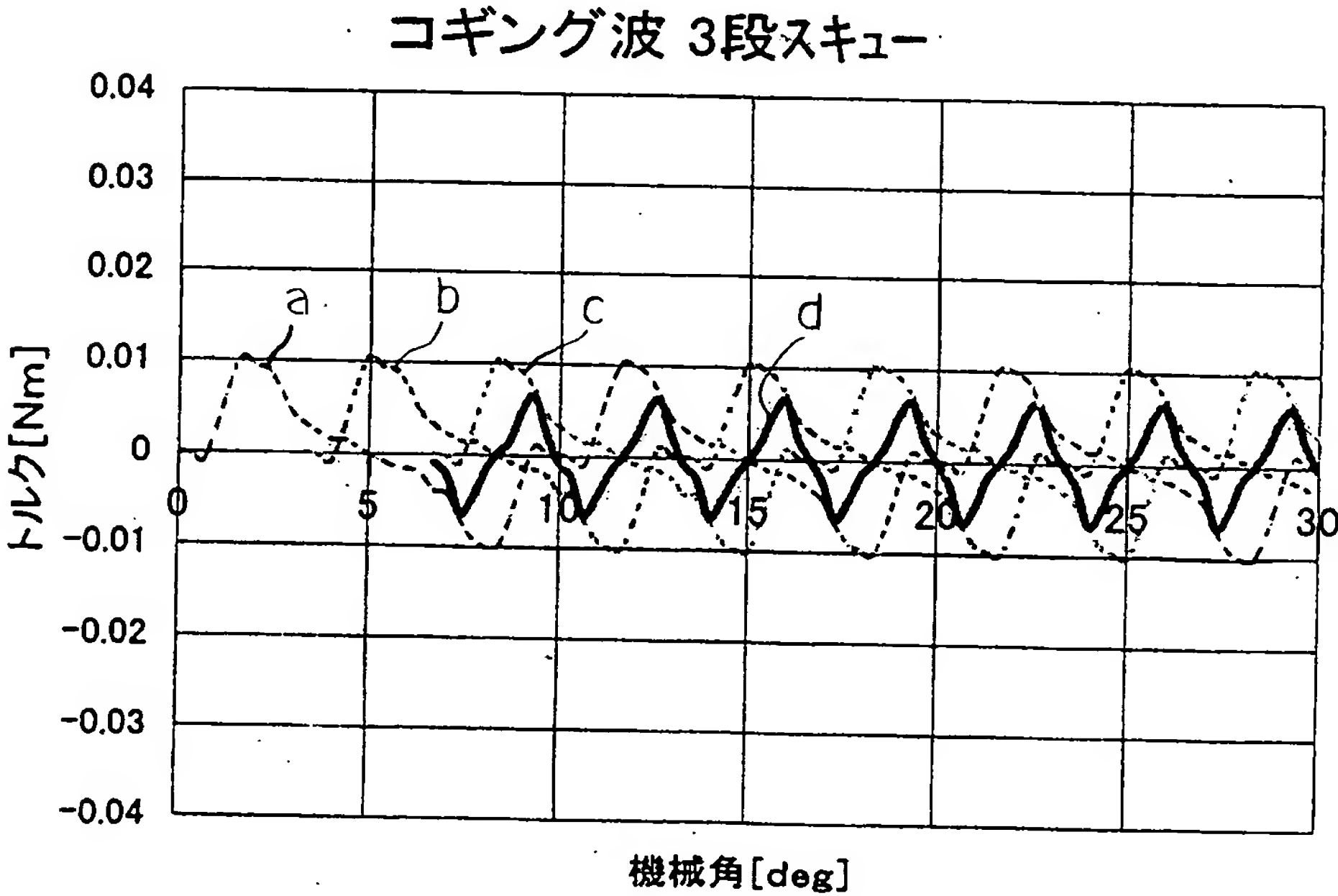


【図 3】

(A)

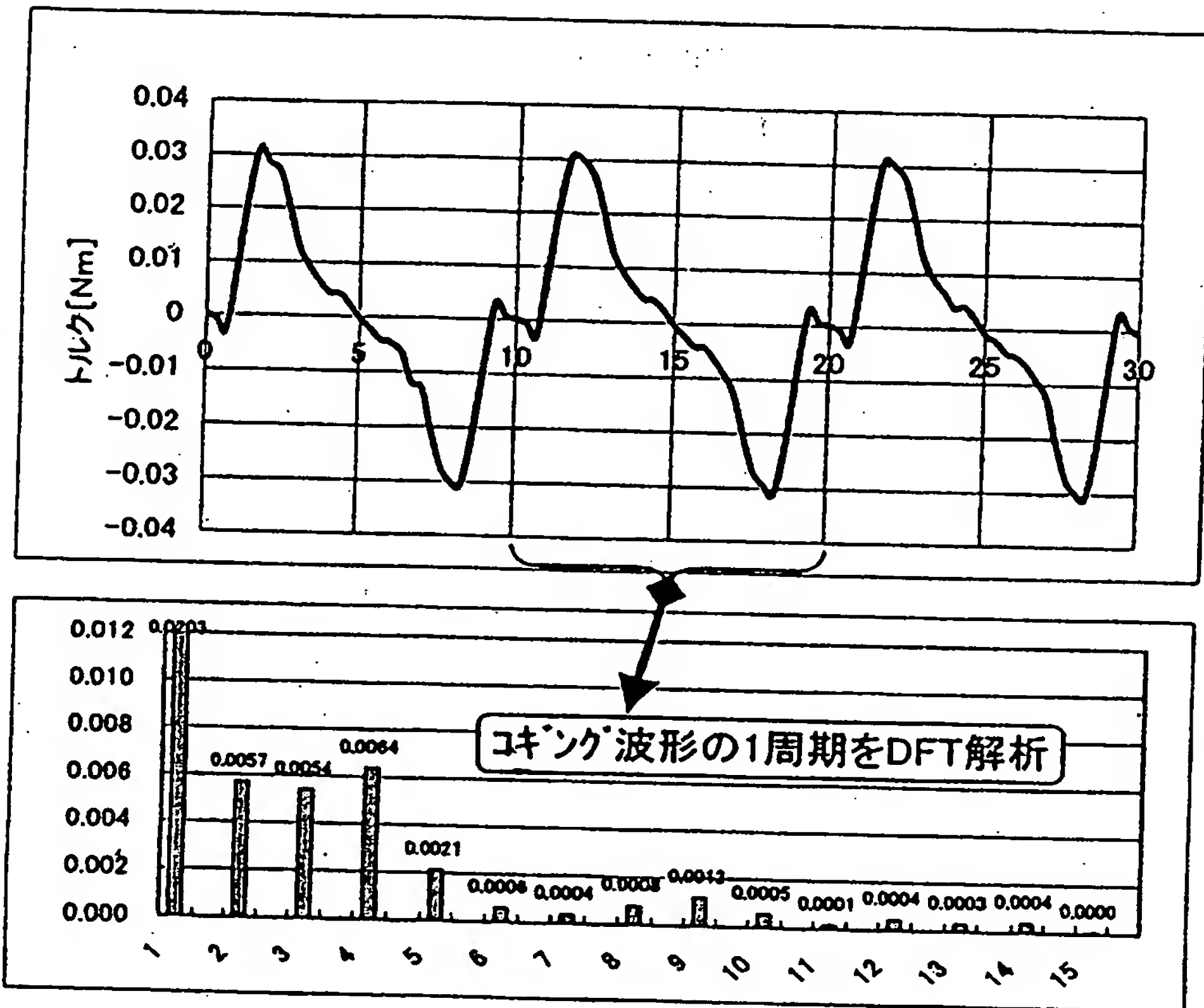


(B)

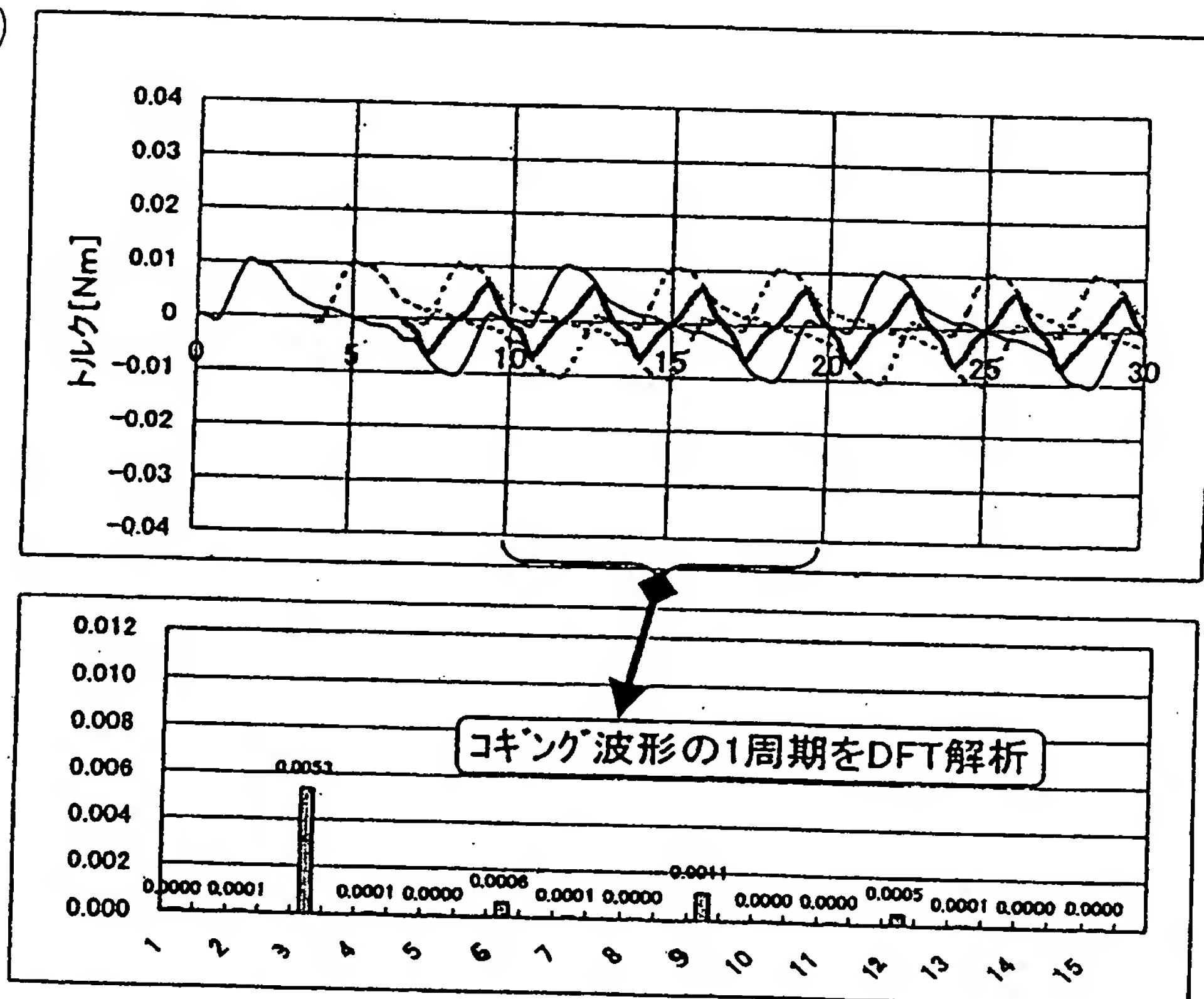


【図 4】

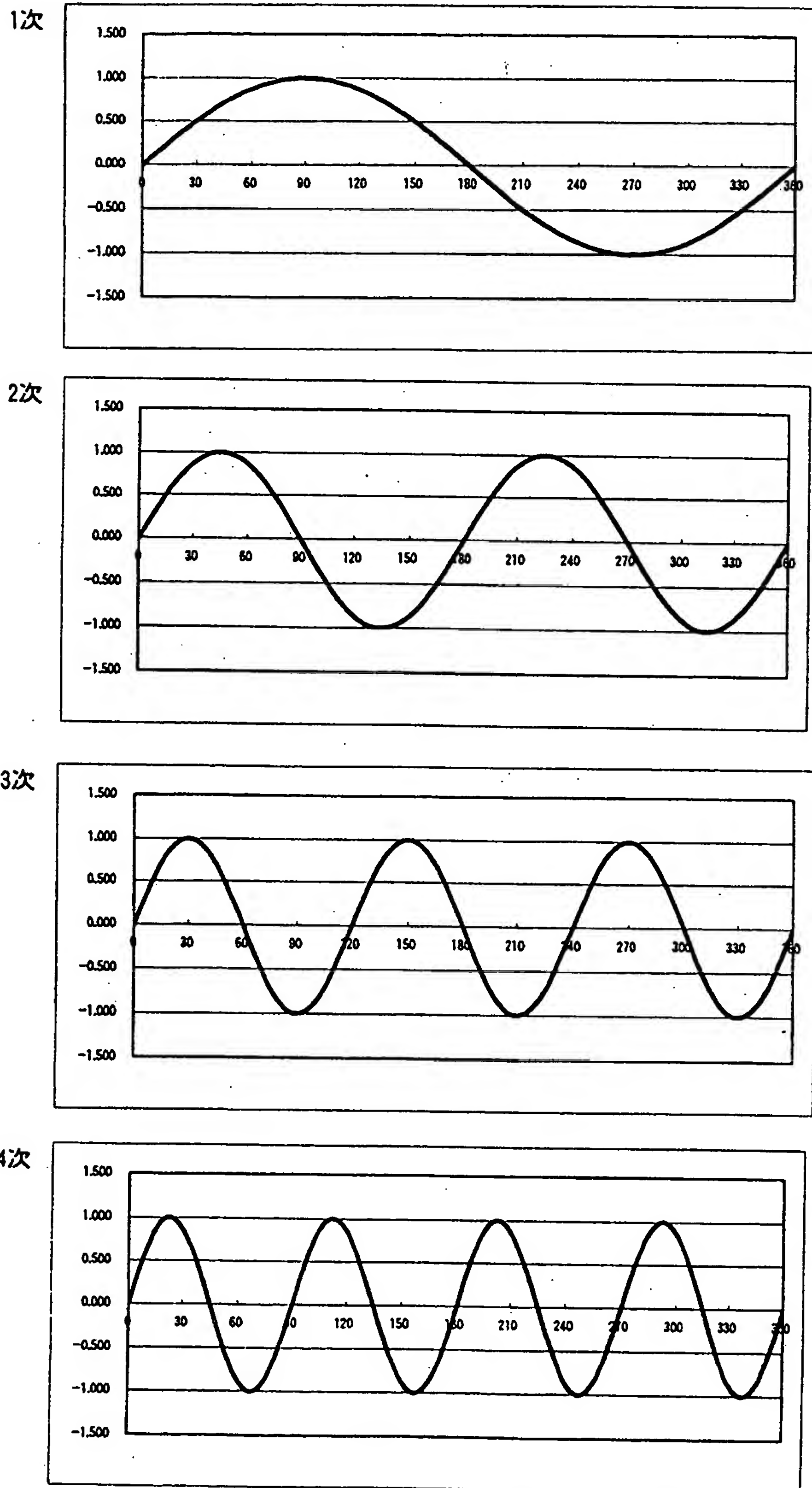
(A)



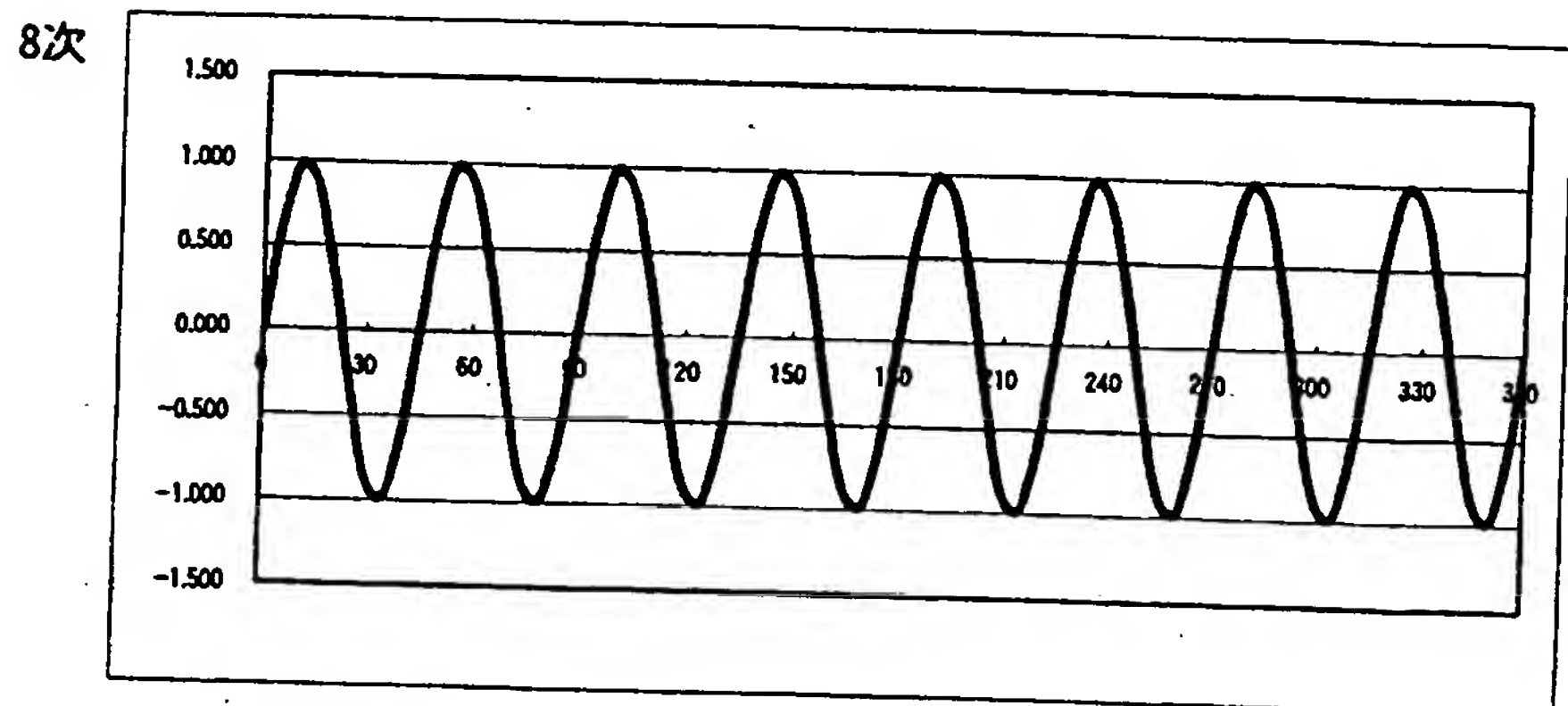
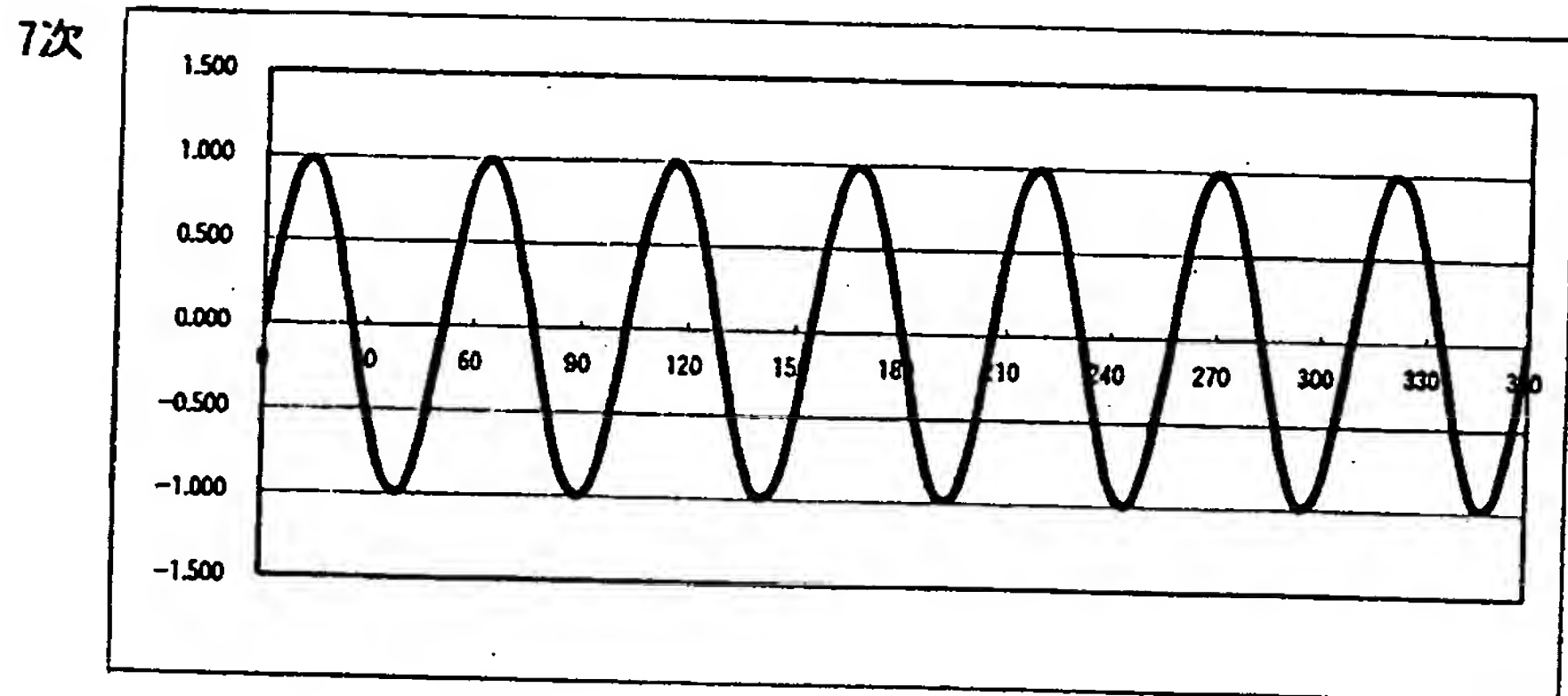
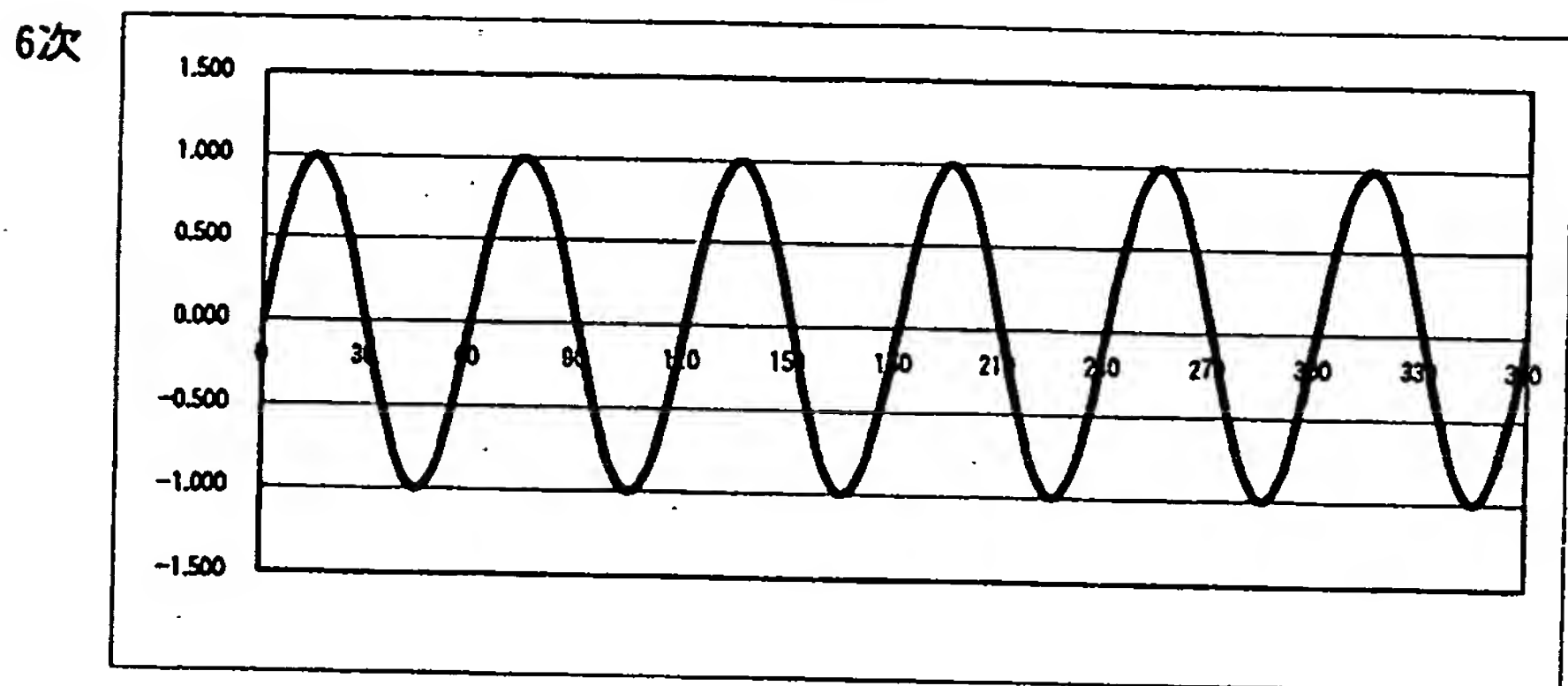
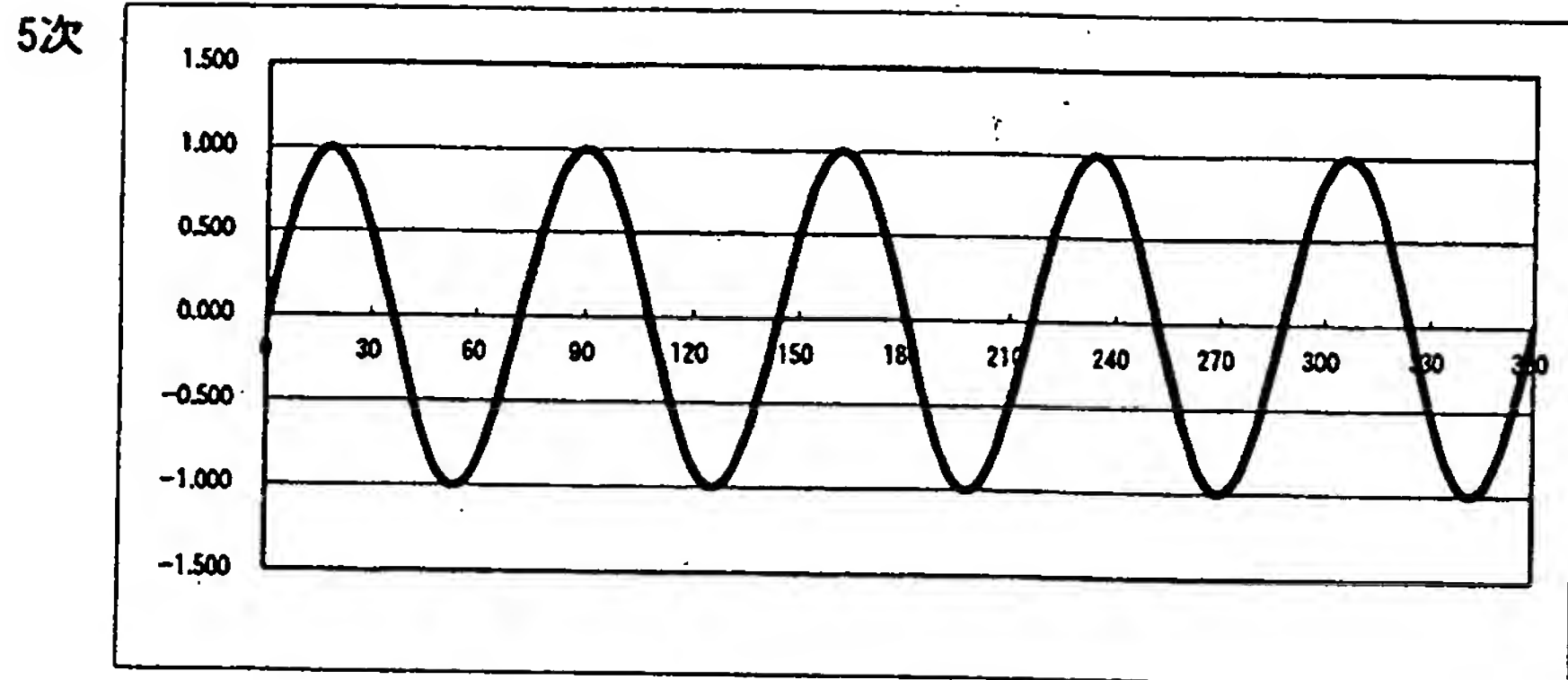
(B)



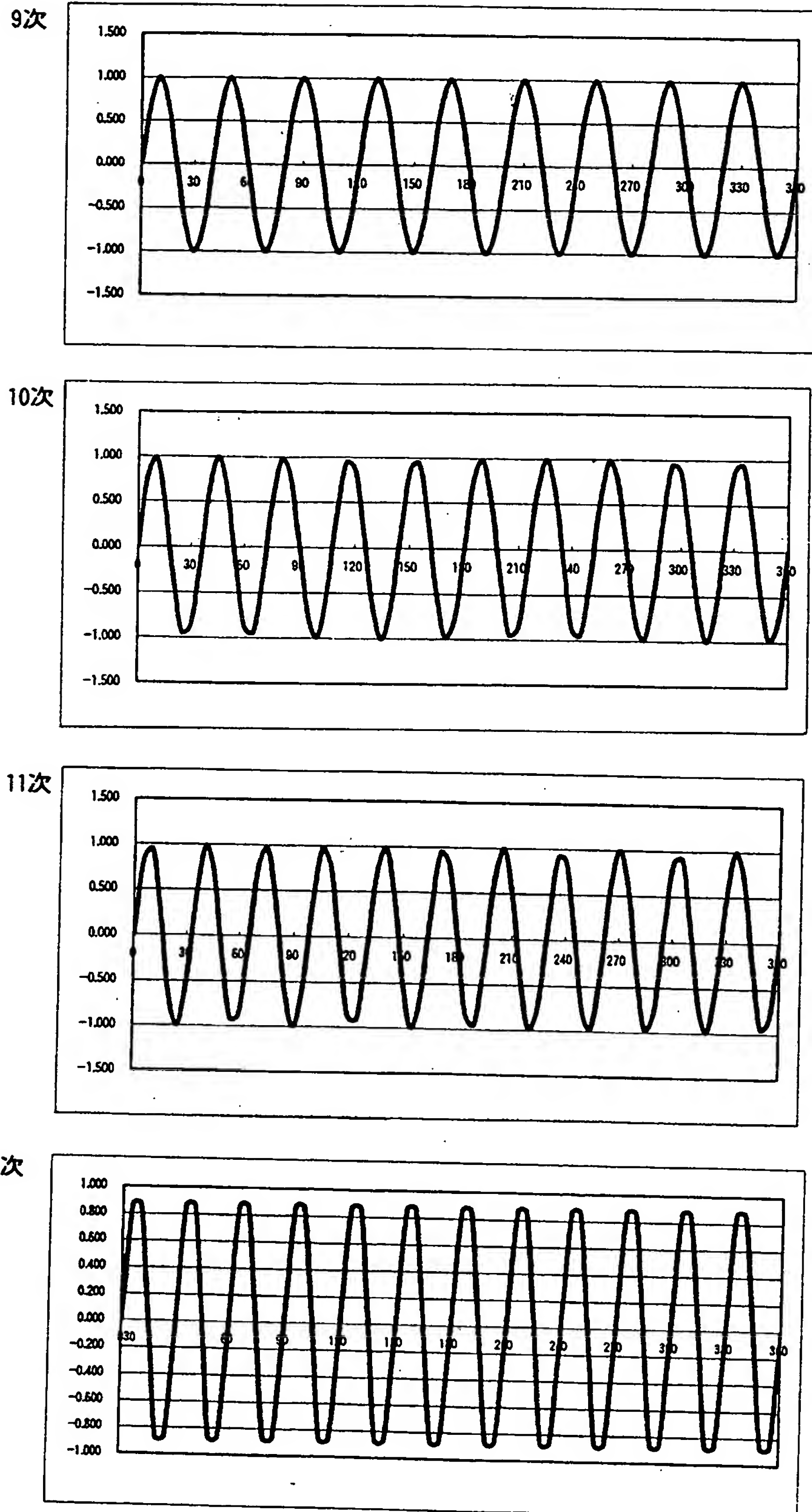
【図 5】



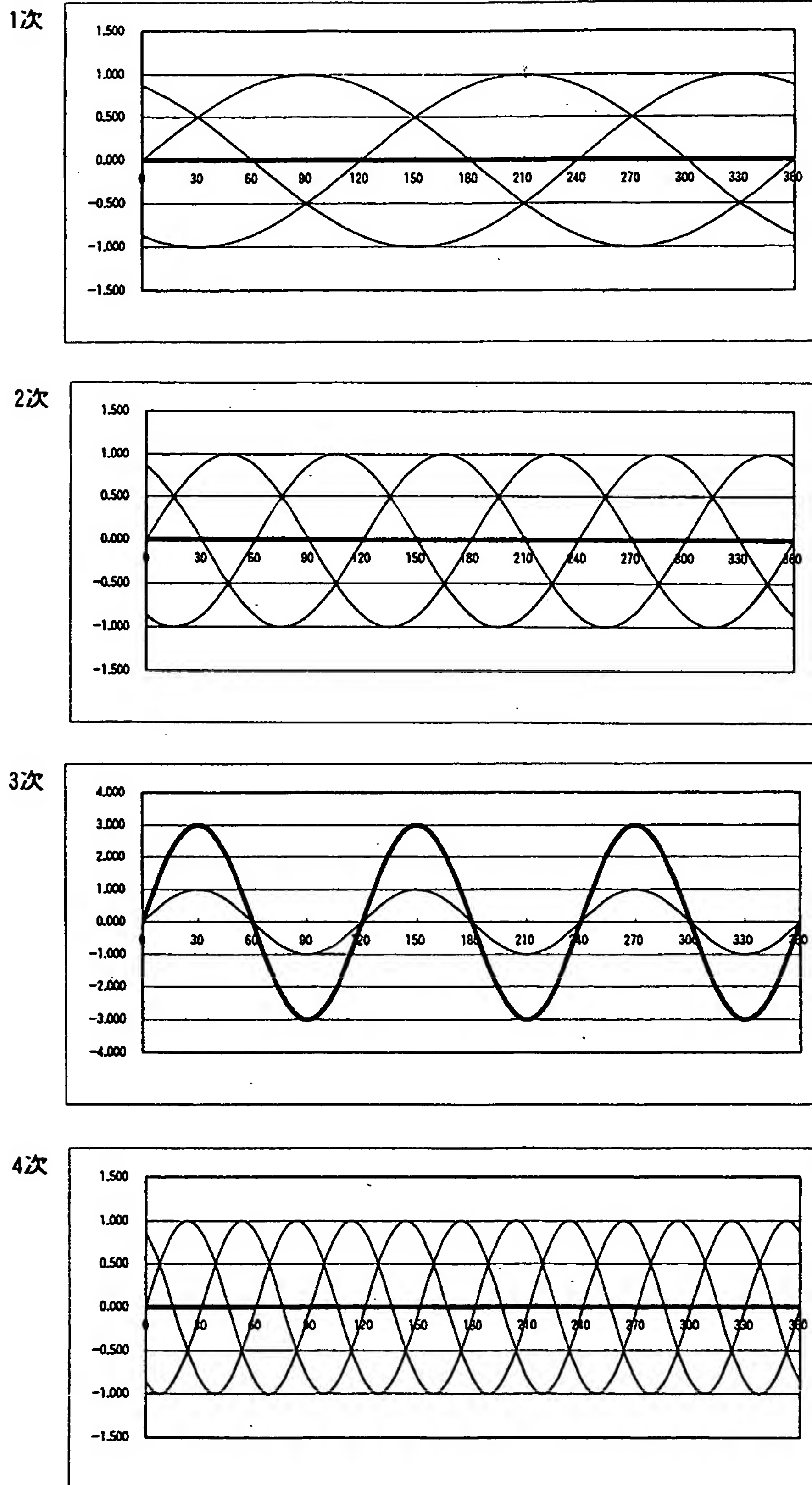
【図 6】



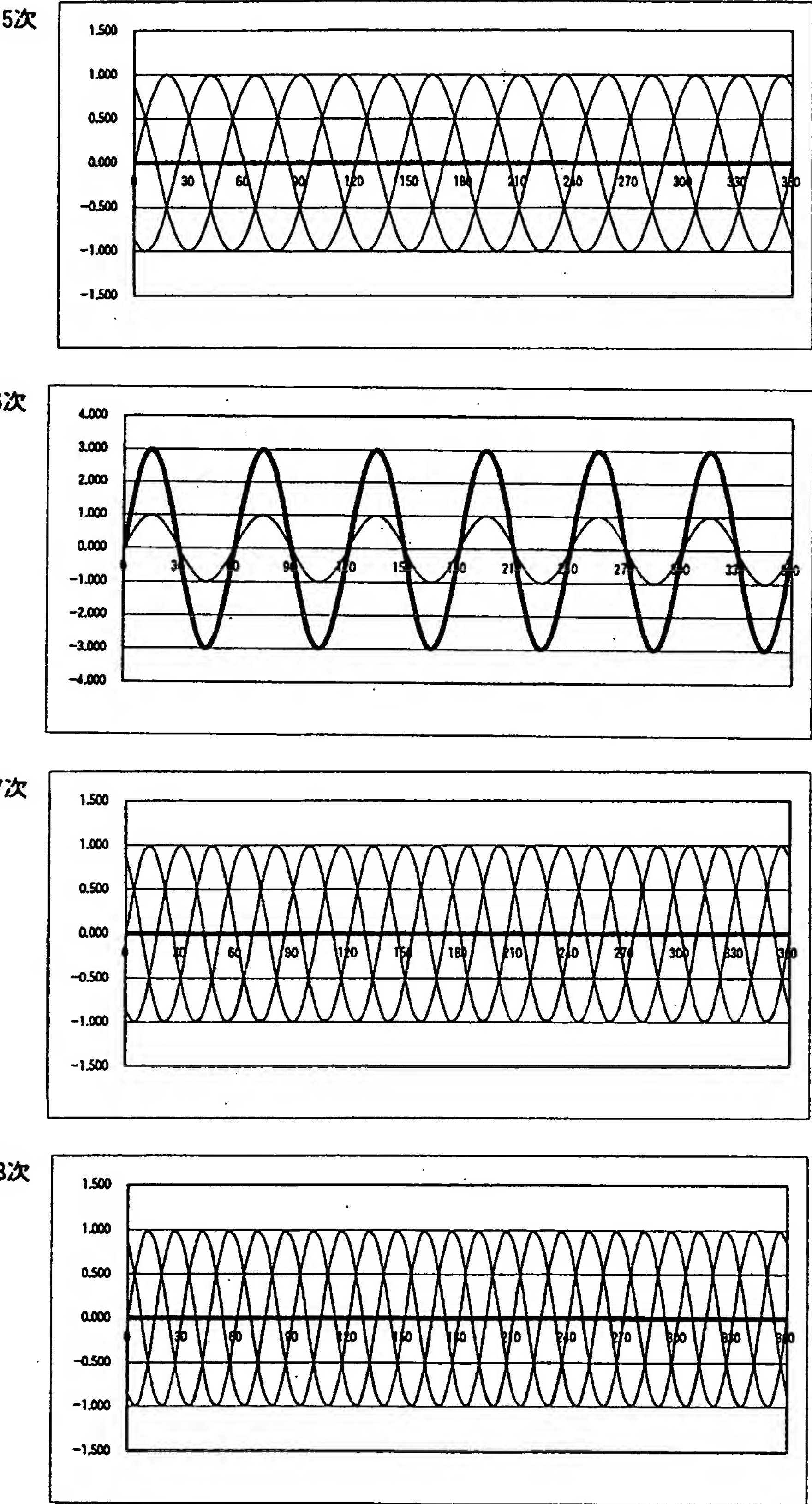
【図 7】



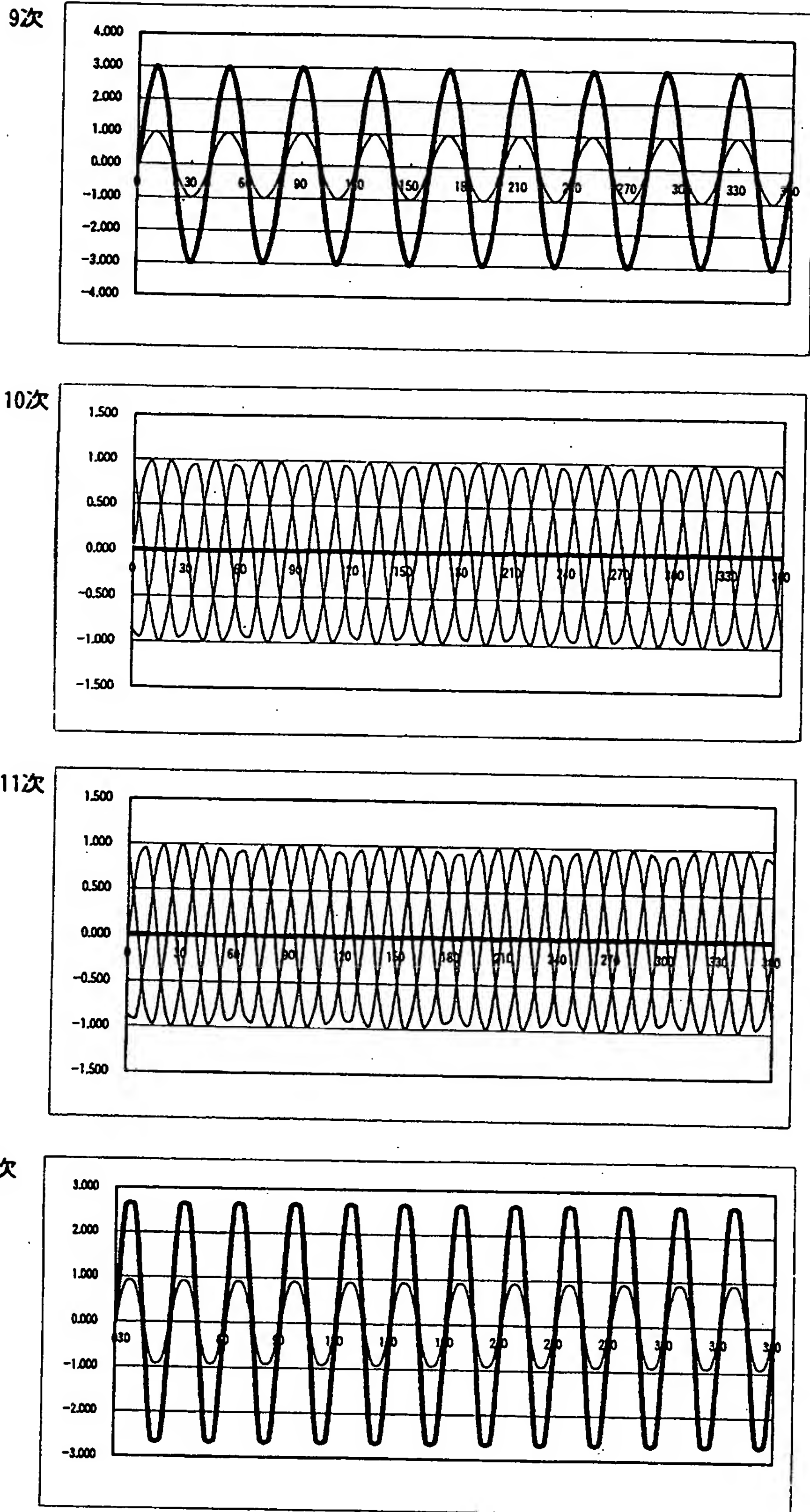
【図 8】



【図 9】

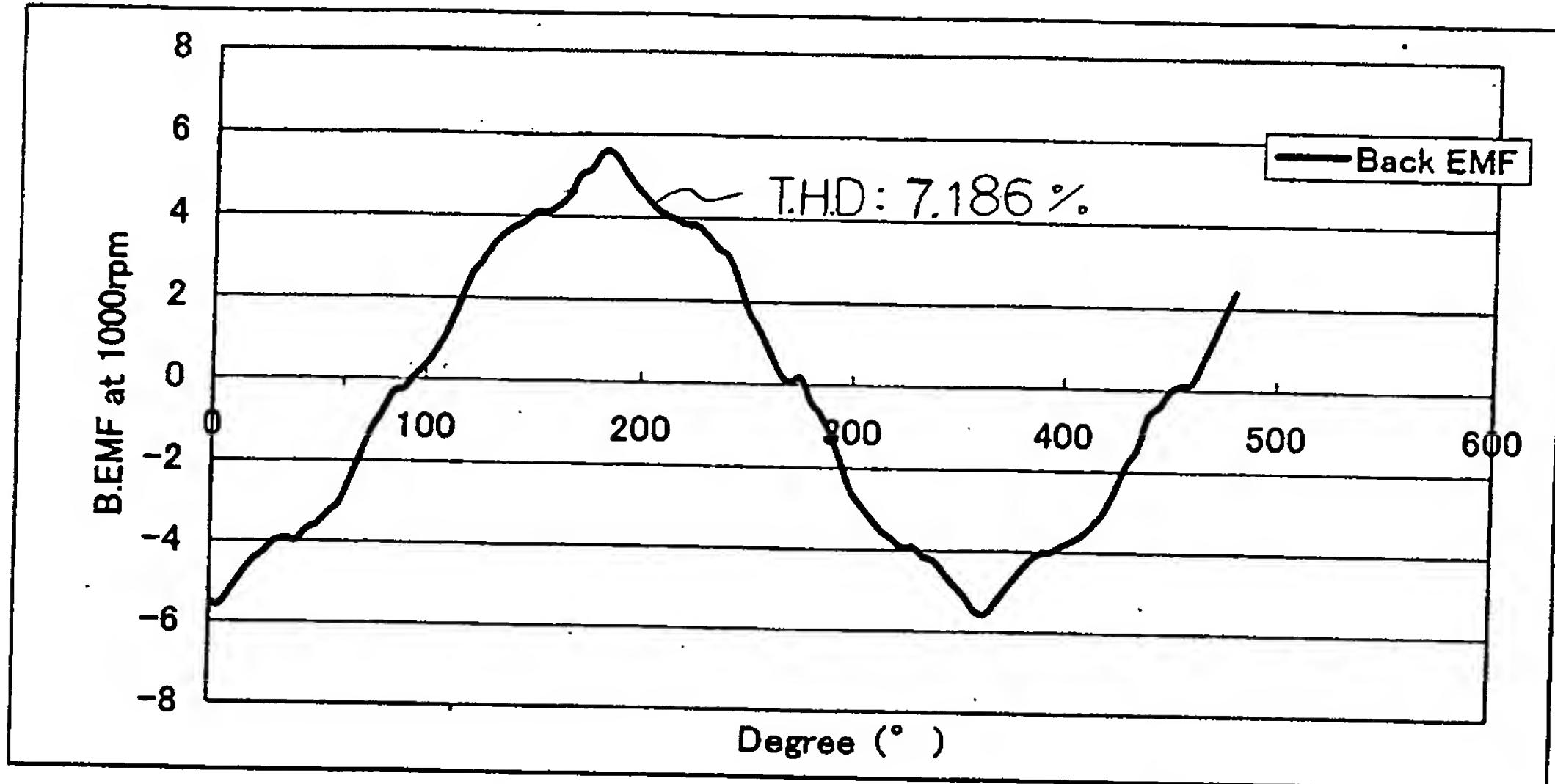


【図 10】

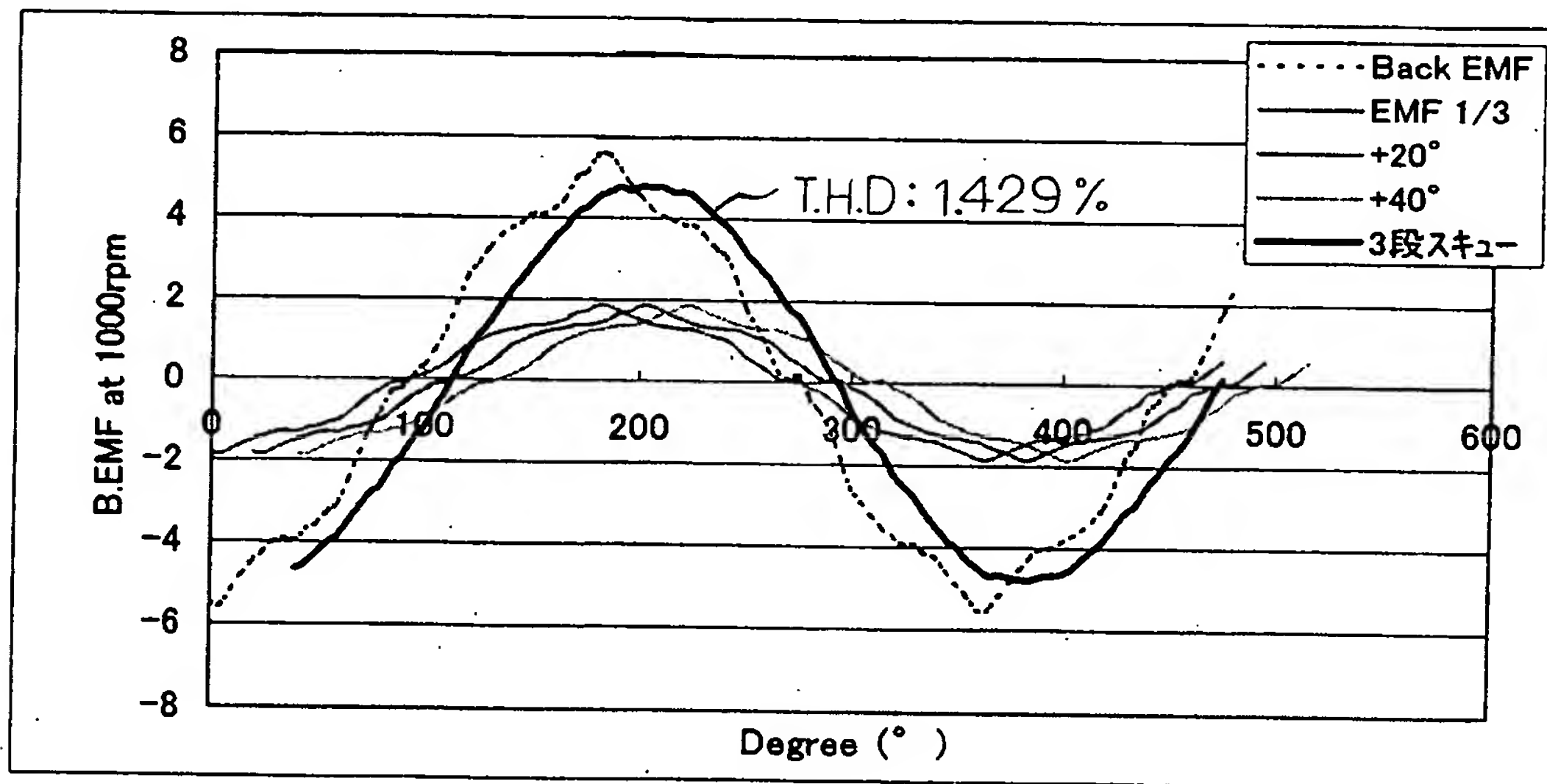


【図 11】

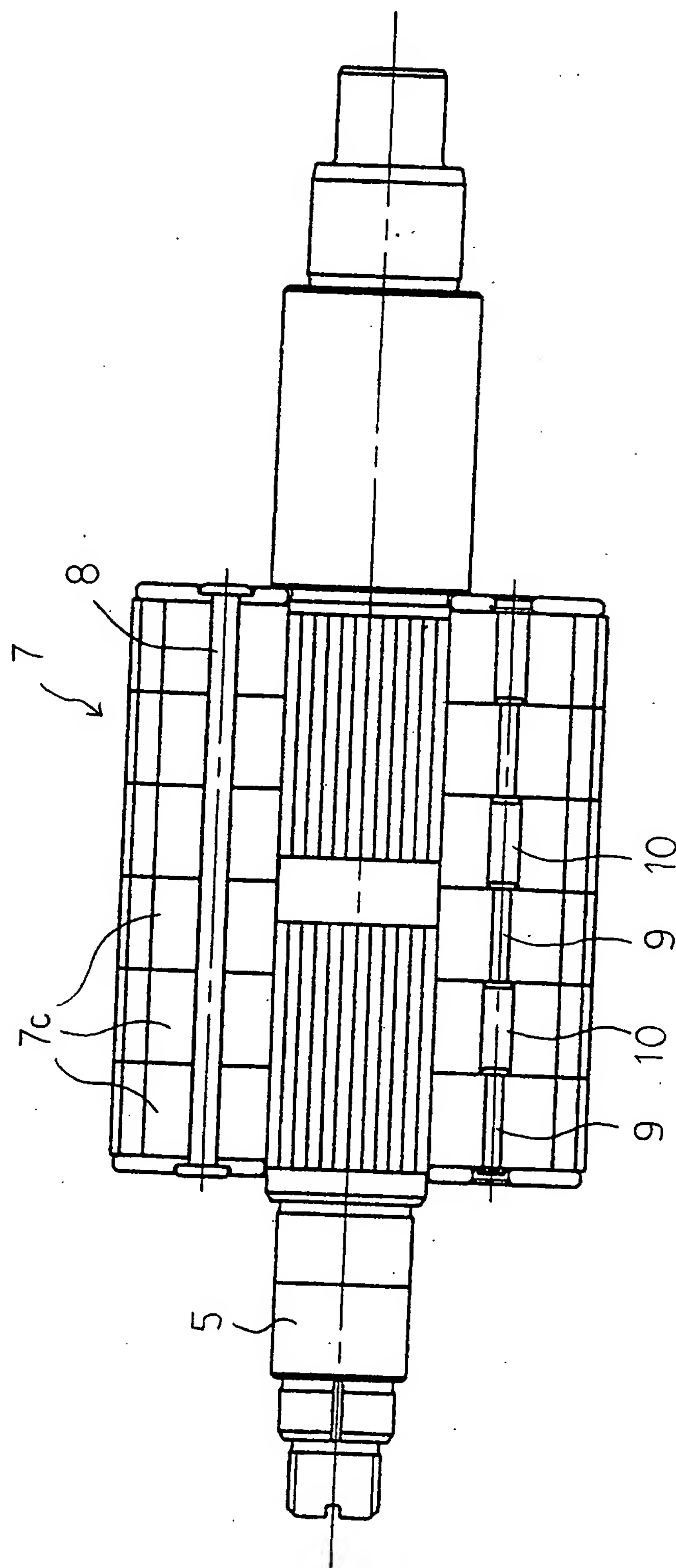
(A)



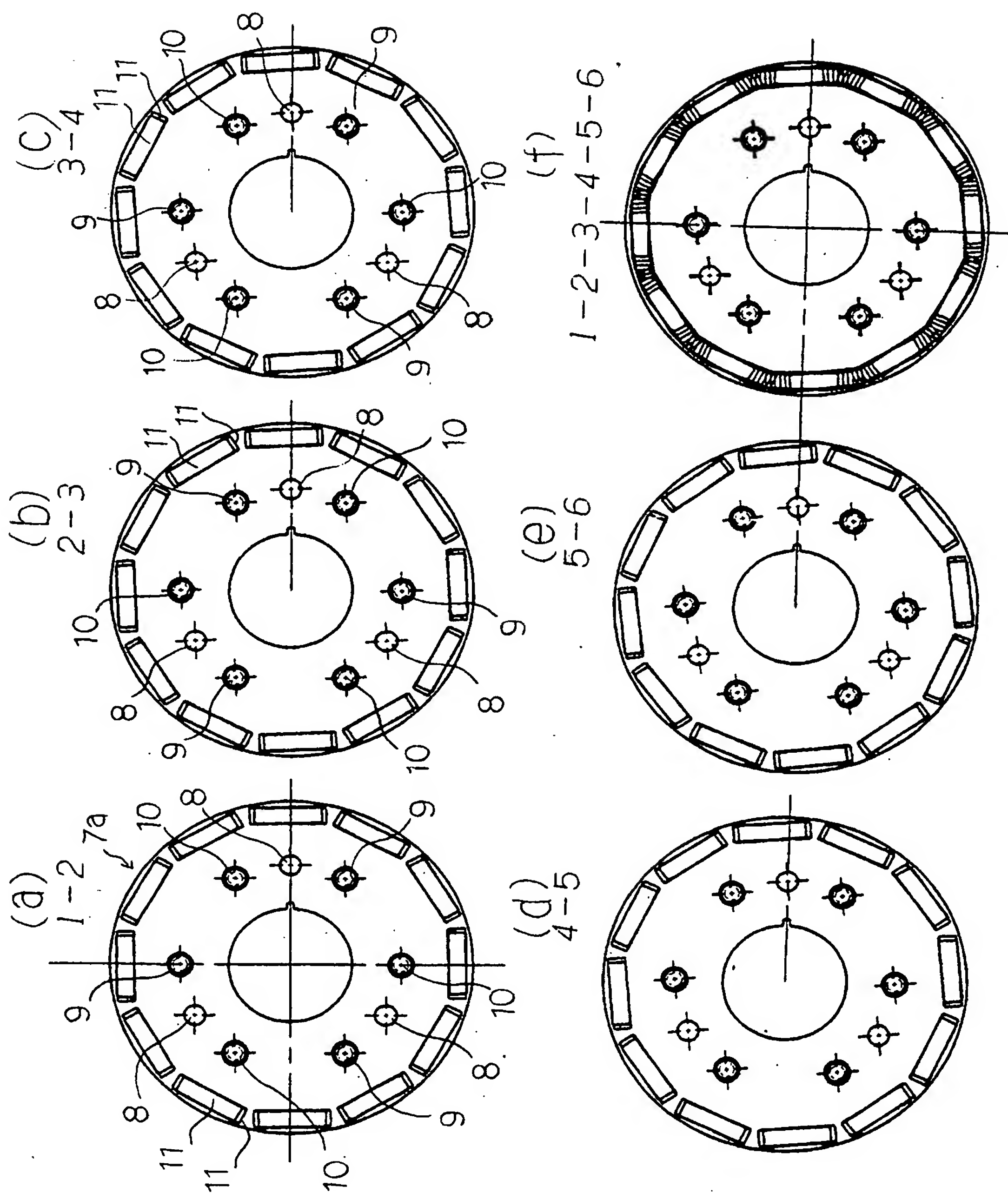
(B)



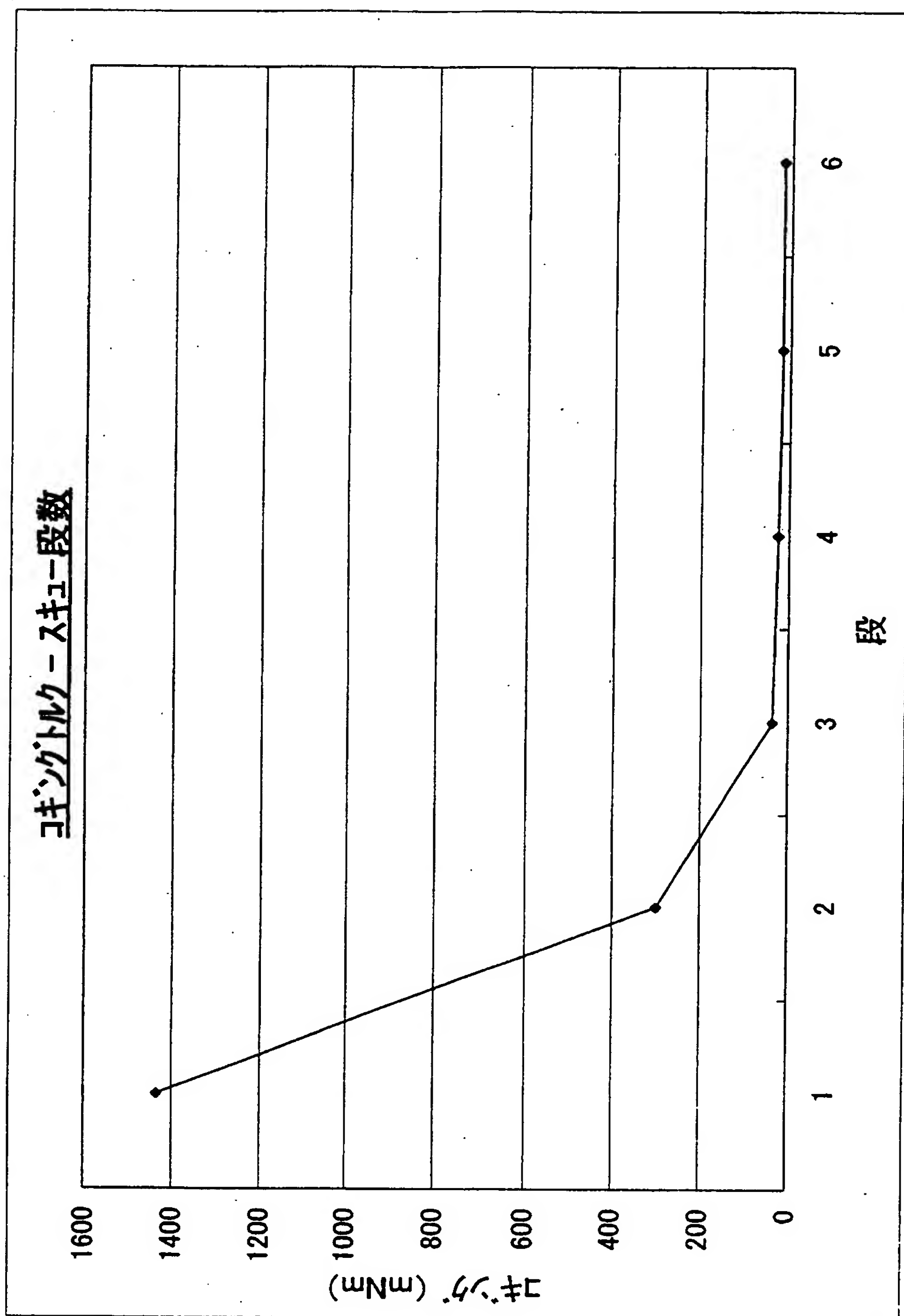
【図 12】



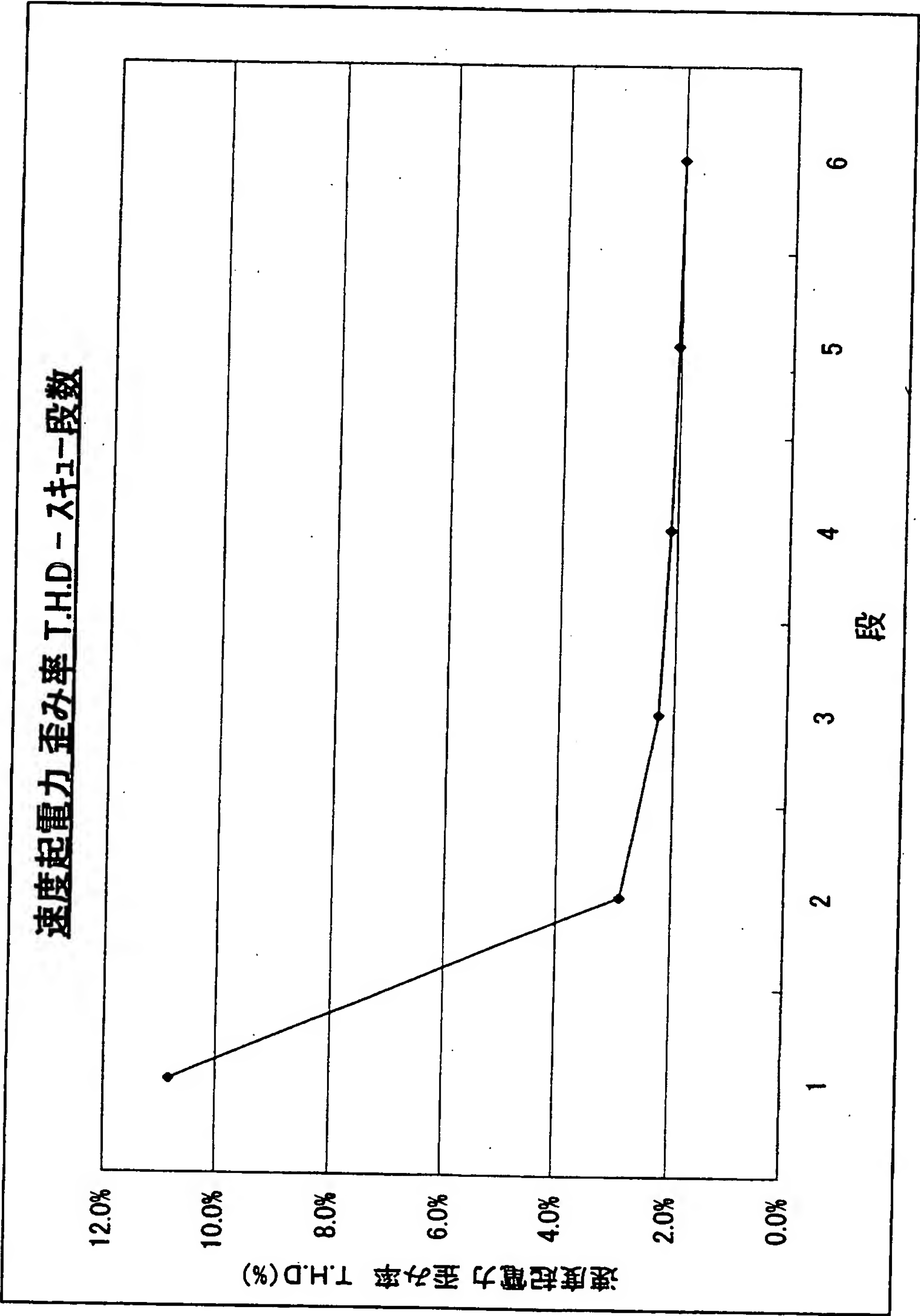
【図 14】



【図 15】



【図 1 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ロータコアを軸方向に複数段に分割して、各段を円周方向にずらして結合することにより多段スキュー構造としたロータにおいて、段数とずらし角とを的確に関連づけてコギングトルクを有効に低減するとともに逆起電力の発生を抑制した磁石界磁型回転電気機器を提供する。

【解決手段】 ロータ軸上に装着したロータコア 1 を軸方向に n 段に分割し、各コア分割体 1 a, 1 b, 1 c は、軸回りに θ° ずつずらして装着した磁石界磁型回転電機機器であって、前記ずらし角 θ は、スロット数と極数の最小公倍数を A とすると、 $\theta = 360^\circ / (A \times n)$ である。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 3 6 3 4 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 9 1 8 5 8]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 4 月 2 7 日

[変更理由]

名称変更

住 所

静岡県周智郡森町森 1 4 5 0 番地の 6

氏 名

株式会社モリック